Costruisci il tuo
LABORATORIO
e pratica subito con
L'ELETTRONICA
n. 2 - L. 12.900 - 6,66 euro
TEORIA
Tensioni e correnti
MISURA
Conduttività dell'acqua
Verificatore di pile e polarità
DIGITALE
Funzioni digitali
COMPONENTI
Pile a secco e batterie
TECNICA
Corrente continua e alternata
Combinazione di resistenze
LABORATORIO
Portapile
IN REGALO in questo fascicolo:
2 Coperchi per vano pile
7 Contatti pile
1 Cavo rosso di circa 40 cm
1 Cavo nero di circa 40 cm
1 LED verde di 5 mm
2 Resistenze 18K 5% 1/4W
2 Resistenze 10K 5% 1/4W
2 Resistenze 82K 5% 1/4W
2 Resistenze 2K2 5% 1/4W
1 Diodo 1N4001
Peruzzo & C.
COSTRUISCI CON NOI IL TUO LABORATORIO PER REALIZZARE 100 ESPERIMENTI

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

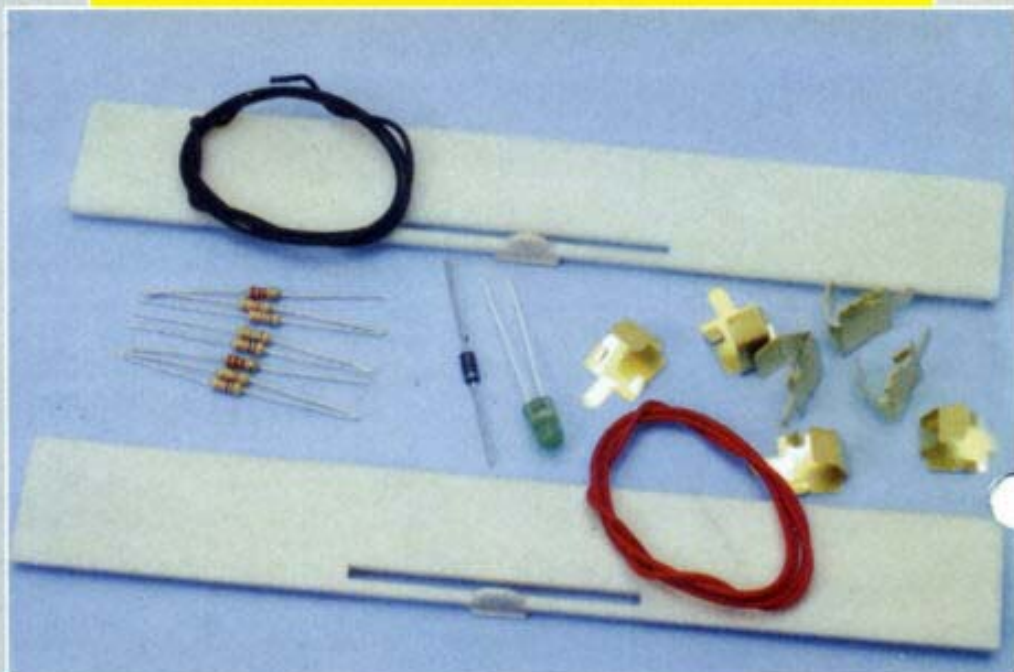
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previo telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

- 2 Coperchi per vano pile
- 7 Contatti pile
- 1 Cavo rosso di circa 40 cm
- 1 Cavo nero di circa 40 cm
- 1 LED verde di 5 mm
- 2 Resistenze 18K 5% 1/4W
- 2 Resistenze 10K 5% 1/4W
- 2 Resistenze 82K 5% 1/4W
- 2 Resistenze 2K2 5% 1/4W
- 1 Diodo 1N4001

NEL FASCICOLO N. 3 verrà fornita la piastra principale per l'inserimento dei componenti, che è il vero cuore del laboratorio, con questa e con i componenti che si aggiungeranno di settimana in settimana, si potranno realizzare interessanti esperimenti per la durata di tutta l'opera.

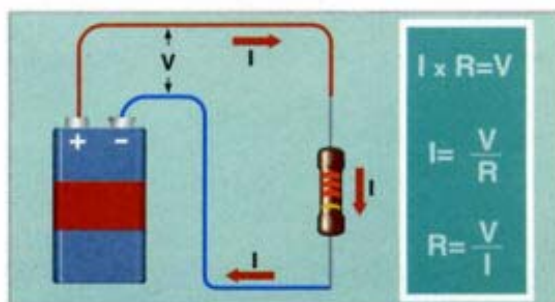
Tensioni e correnti

La legge di Ohm stabilisce la proporzionalità fra la corrente che circola in una resistenza e la tensione applicata fra i suoi estremi.

La corrente elettrica consiste in una massa di elettroni che circolano in un materiale conduttore quando fra i suoi estremi si applica una differenza di potenziale. La differenza di potenziale è conosciuta come tensione, e nel caso in cui sia zero non circola corrente. D'altra parte, i materiali conduttori differiscono fra loro per la facilità o la difficoltà che ha la corrente elettrica a circolare attraverso questi, cioè offrono una certa "resistenza" ad essere attraversati.

La corrente elettrica non si vede, si studia attraverso i suoi effetti.

Gli effetti

La corrente elettrica, la tensione e la resistenza non si possono vedere, poiché gli elettroni sono invisibili. Tuttavia sono facili da studiare e da misurare attraverso i loro effetti.

Legge di Ohm. Mette in relazione la tensione e la corrente che attraversa una resistenza.

Vediamo un semplice esempio: se osserviamo una piccola pila da 9 V vedremo solo la sua forma geometrica, ma non potremo sapere se è carica o scarica, però se costruiamo un piccolo circuito con un diodo LED e una resistenza di 2K2 uniti in serie, e colleghiamo l'insieme ai due terminali della pila, avremo le seguenti possibilità:

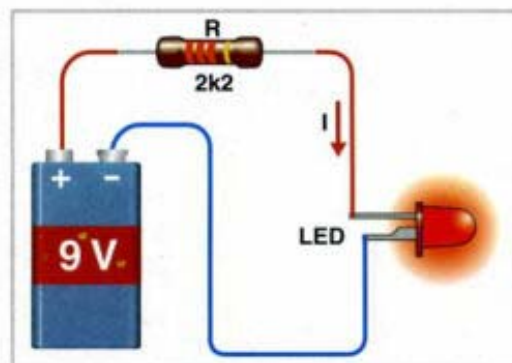
– se il LED si illumina ci indicherà che oltre ad essere correttamente collegato, la pila è capace di fornire energia.

– se il LED non si accende può essere dovuto a varie cause: (A) uno dei cavi di connessione non è ben collegato; (B) sono invertiti i collegamenti del diodo LED e (C) la pila è scarica.

Come si può vedere, a partire da un semplice esperimento possiamo ottenere varie ipotesi e tutte valide. Deduciamo che fra i due terminali di collegamento della pila c'è una differenza di potenziale, o tensione, e inoltre, che chiudendo il circuito circola una corrente che provoca l'accensione del diodo LED.

Il senso

Proseguendo con l'esperimento precedente possiamo anche osservare che il diodo LED si illumina solo quando lo colleghiamo in un determinato senso, cioè, la pila può essere collegata in un solo modo, se noi invertiamo i collegamenti della stessa il diodo LED non si illumina.

La spiegazione di questo fenomeno è che, poiché il diodo LED conduce in un solo senso,

Questo semplice circuito ci permette di verificare come l'energia elettrica passi dalla pila al LED facendo sì che questo si illumini.

e la corrente che fornisce la pila ha un senso determinato, se entrambi coincidono la corrente circola, altrimenti no.

Si è stabilito un senso convenzionale di circolazione della corrente, vale a dire uscente dal polo positivo ed entrante dal polo negativo della pila e si indica con una freccia.

Condizioni

Perché circoli corrente dobbiamo avere un elemento che generi energia elettrica, cioè che sia capace di mantenere nei suoi estremi una tensione; supponiamo che questo elemento sia una pila, che logicamente deve essere carica. Deve anche avere, però, un materiale conduttore attraverso il quale circoli la corrente, per esempio un filo di rame, e un elemento attraverso il quale circoli questa corrente, che per facilitare lo studio supporremo una resistenza. Non dobbiamo però dimenticare un altro concetto importante, il circuito deve essere sempre chiuso perché circoli corrente.

mA	↔	A
1000 mA	=	1 A
100 mA	=	0,1 A
10 mA	=	0,01 A
1 mA	=	0,001 A

Quando si lavora con piccole correnti è più comodo utilizzare sottomultipli dell'unità di base che è l'Ampere.

La legge di Ohm

La legge di Ohm stabilisce la proporzionalità fra la tensione applicata agli estremi di una resistenza e la corrente che circola attraverso la stessa. Per applicare questa legge bisogna solo moltiplicare e dividere. Nonostante sia molto semplice è fondamentale e si utilizza molto spesso, in maniera tale che se impareremo a usarla potremo considerarci già integrati nel mondo dell'elettronica. La legge di Ohm è unica, ma si possono avere tre espressioni matematiche diverse: $I \times R = V$; $I = V/R$; $R = V/I$.

mV	↔	V
1000 mV	=	1 V
100 mV	=	0,1 V
10 mV	=	0,01 V
1 mV	=	0,001 V

Il milliVolt è mille volte più piccolo del Volt; questo sottomultiplo si utilizza di frequente in elettronica.

La tensione

La tensione si usa per definire la differenza di potenziale fra due punti. È forse l'elemento più importante della legge di Ohm, poiché è questa differenza di potenziale a far sì che gli elettroni si muovano, sempre che trovino la strada per circolare, che di solito è il conduttore metallico che chiude il circuito, ma se la tensione è elevata la strada può realizzarsi con un arco elettrico fra i due capi del conduttore. L'unità di tensione è il Volt. Si usa anche di frequente il milliVolt che è mille volte inferiore, cioè 1.000 mV = 1 V. Per tensioni molto elevate si utilizza il "kV" cioè il kiloVolt. 1 kV sono mille Volt.

La corrente

La corrente elettrica è la quantità di carica elettrica che attraversa il conduttore in un'unità

Tensioni e correnti

Tester predisposto per misurare la tensione di una pila.

di tempo. Per misurarla si usa l'Ampere, ma questa unità, usata in elettricità, è troppo grande per lavorare con alcuni circuiti elettronici e si usano sottomultipli per evitare di avere decimali. Si usa il milliAmpere (mA) , che è la millesima parte di un Ampere, cioè 1.000 mA sono 1A. Però questa unità è ancora troppo grande per i circuiti a consumo molto basso, per cui è normale utilizzare il microAmpere (µA).

Un microAmpere è la milionesima parte di un Ampere. L'equivalenza è la seguente 1 mA = 1.000 µA e 1 A = 1.000 mA, per cui 1.000.000 µA = 1 A. Si è riusciti a ridurre così tanto il consumo che anche il microAmpere risulta troppo grande in alcune occasioni. In questi casi si utilizza il picoAmpere (pA) che è un milione di volte inferiore al microAmpere. Cioè 1.000.000 pA = 1µA.

La resistenza

La resistenza si misura in Ohm e si rappresenta con la lettera greca omega maiuscola. Se applichiamo la legge di Ohm a una resistenza di 1 Ohm quando fra i suoi terminali si applica la tensione di 1 Volt, risulta che circolerà attraverso questa la corrente di 1 A. È molto comune utilizzare dei multipli, così 1 KΩ sono 1.000Ω. Altro multiplo superiore è il megaOhm (MΩ), equivalente a 1.000.000 Ohm. Quando si utilizzano questi multipli della resistenza si usa la lettera K o la M maiuscole, che si sostituiscono al migliaio o al milione rispettivamente. Per esempio, una resistenza di 3.300 si rappresenta con 3K3, una di 1.500.000Ω con 1M5, con ciò si ottiene molta più chiarezza nelle espressioni e specialmente negli schemi quando è necessario includere molti collegamenti, componenti e dati degli stessi.

Esempio 1

Colleghiamo una resistenza di 1K5 ai terminali di una pila di 9 V. Vogliamo calcolare la corrente che passa per questa resistenza. Applichiamo la legge di Ohm: I = V/R, sostituendo i valori risulta: I = 9/1500 = 0,006 A, se moltiplichiamo per 1.000 otterremo l'espressione in milliAmpere. Cioè la corrente che passa per la resistenza è di 6 mA.

Esempio 2

Per una resistenza di 4K7 sta circolando una corrente di 55 mA. Vogliamo calcolare la tensione presente negli estremi di questa

µA	↔	mA
1000 µA	=	1 mA
100 µA	=	0,1 mA
10 µA	=	0,01 mA
1 µA	=	0,001 mA

I circuiti ogni volta consumano meno ed è frequente utilizzare unità più piccole, come il "µA", che è un milione di volte minore dell'Ampere.

Tensioni e correnti

resistenza. Applichiamo la legge di Ohm e risulta: V = I x R, però perché i dati calcolati siano corretti, le unità devono esprimersi nel seguente modo: la tensione in Volt, la resistenza in Ohm e la corrente in Ampere: prima bisogna togliere i multipli e i sottomultipli.

Continuando con l'esempio V = 0,055 x 4.700 = 258,5 Volt. Ciò nonostante c'è un caso in cui si possono utilizzare altre unità: per la tensione il Volt, per la corrente il milliAmpere e per la resistenza il KiloOhm. Se ripetiamo il calcolo precedente V = 55 x 4,7 = 258,5 Volt, vediamo che si ottiene lo stesso risultato. Osserviamo che per il calcolo la K si trasforma nella virgola decimale.

Amperometro analogico ad ago. Questi strumenti a una sola scala sono usati per la misura fissa di corrente.

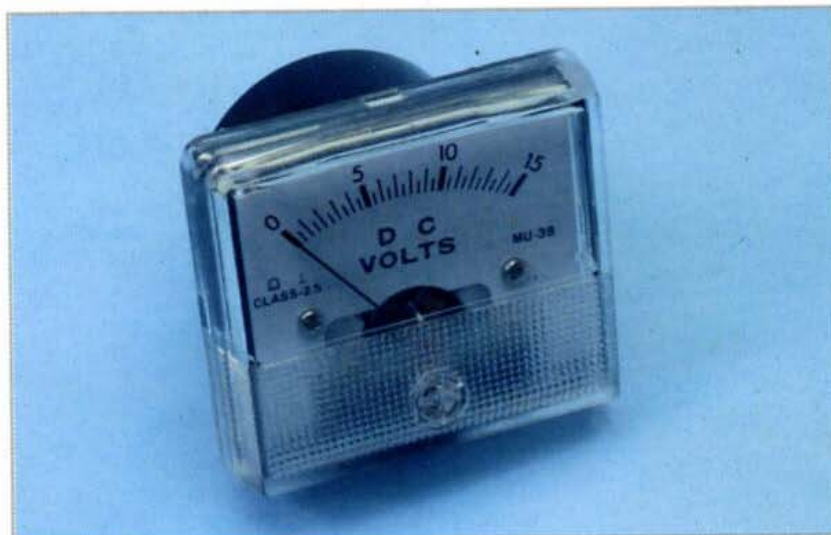
Esempio 3

Disponiamo di un circuito che consiste in una batteria di 12 Volt alla quale viene collegata una resistenza.

Siamo interessati a far passare per questa resistenza una corrente di soli 2,4 A. Calcoleremo il valore della resistenza applicando la legge di Ohm (R = V/I): R = 12 / 2,4 = 5Ω.

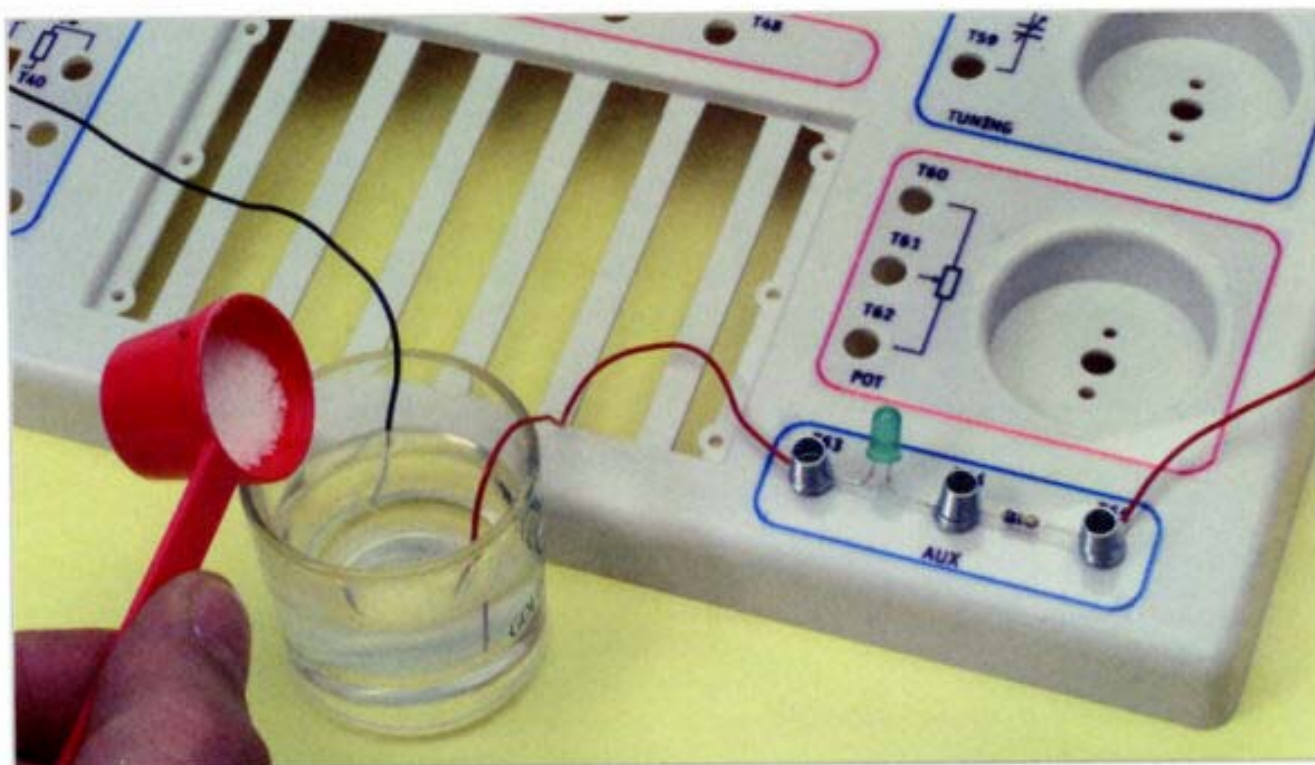
Esempio 4

Abbiamo una pila di 1,5 V e colleghiamo ai suoi estremi una resistenza di 470 K; vogliamo calcolare la corrente che circola. Applicando la legge di Ohm bisogna tenere presente le due possibilità di utilizzo delle unità. La formula è la stessa: I = V/R. Se usiamo 470 nella formula, il risultato ottenuto sarà espresso direttamente in milliAmpere, I = 1,5/470 = 0,00319 mA; se dividiamo questo valore per 1.000 il risultato ottenuto sarà in microAmpere, cioè, I = 3,19 μA. L'altro procedimento consiste nell'usare la resistenza in Ohm, cioè 470.000, in modo che il risultato sarà espresso in Ampere I = 1,5/470.000 = 0,00000319 A, valore che moltiplicato per 1.000 passerà a indicare milliAmpere, I = 0,00319, e che tornando a moltiplicare per 1.000 sarà 3,19 μA.

Questi calcoli sono molto semplici e risultano facilissimi se ci aiutiamo con una calcolatrice con le funzioni matematiche più elementari: somma, sottrazione, moltiplicazione e divisione. È consigliabile disegnare su un foglio di carta i circuiti di questi esempi e tornare a ripetere i calcoli. All'inizio bisogna stare molto attenti alle formule e alle unità, ma presto si acquisisce rapidità e i calcoli si fanno quasi senza pensare.

Voltmetro analogico. Questo modello si usa nel pannello frontale degli strumenti per ottenere un'indicazione di tensione.

3 MISURA

Conduttività dell'acqua

L'acqua ha una conduttività che dipende dalla concentrazione di sali in essa disciolti.

La conduttività dell'acqua è normalmente molto bassa e si deve ai sali che in essa sono disciolti, anche se in proporzione molto piccola. L'acqua potabile ammette piccole dosi di alcuni sali, il che è sufficiente perché diventi conduttrice di elettricità. Bisogna essere coscienti di questo fatto, poiché ha i suoi vantaggi e inconvenienti. Non si devono toccare gli apparecchi elettrici con le mani o i piedi umidi e ancora meno scalzi su un suolo umido. Quando si maneggia un apparecchio, sia per ripararlo che per semplice curiosità, dobbiamo assicurarci di essere ben asciutti e isolati dal terreno. In caso non si possano staccare gli apparecchi dalla corrente bisogna utilizzare indumenti e attrezzi isolanti.

L'esperimento

L'esperimento consiste in un circuito che alimentato da pile di 9 V collega in serie un diodo LED, una resistenza limitatrice e la resistenza che offre l'acqua tra due pezzi di cavi immersi in essa come elettrodi. Prima di introdurre gli elettrodi nell'acqua si possono unire fra loro per una frazione di secondo, per provare che il diodo LED è correttamente collegato e che si illumina, se così non fosse è dovuto a un cattivo contatto oppure al fatto che i collegamenti del diodo LED sono invertiti.

L'acqua è un elemento conduttore che può riservarci molte sorprese

Preparazione

Per realizzare questo esperimento abbiamo bisogno di un bicchiere di vetro o di plastica, un po' di sale comune e un cucchiaino. I circuiti da montare possono essere diversi a seconda che si colleghi prima il diodo o la resistenza. In ognuno dei casi il positivo dell'insieme della pila si collega all'anodo del LED, intercalando la resistenza prima o dopo, e intercalando nel circuito il bicchiere di acqua, in modo tale che si introducano due pezzi di cavo con gli estremi spellati (circa 3 cm) nel bicchiere senza che questi si uniscano.

La resistenza di 560Ω ha lo scopo di limitare il passaggio della corrente nel LED a un massimo di 16 mA, poiché è possibile che circoli molta corrente attraverso questo, specialmente se si toccano incidentalmente entrambi gli elettrodi fra loro.

Il bicchiere si riempirà per circa tre quarti con acqua di rubinetto. Vedremo che il LED non si accende. Aggiungeremo del sale poco a poco, me-

Conduttività dell'acqua

COMPONENTI	
R1	Resistenza 560Ω
LED 1	Diodo LED verde

scolando con il cucchiaino finché si illumina. Oltre agli ioni che si formano con il sale, si formano altri composti per elettrolisi che contribuiscono ad aumentare la conduttività. Può arrivare a formarsi un gorgoglìo e l'acqua diventerà torbida, questo è dovuto ai sali che si formano per il citato processo di elettrolisi.

Il sale

L'esperimento è stato realizzato con materiali facili da reperire in casa, ma si può ripetere con altri materiali, anche se è meglio non utilizzare, per precauzione, liquidi altamente infiammabili come alcol, benzina o solventi. Si può provare con olio, aceto, zucchero e con vari sali e composti. Vediamo che in alcuni casi non si raggiunge sufficiente conduttività per abbassare la resistenza del liquido e il diodo LED non si illuminerà. Bisogna verificare che il circuito sia montato correttamente, unendo per un istante i diodi elettrici introdotti nell'acqua.

Osserva le bolle che si staccano, dovute al fenomeno dell'elettrolisi.

Resistenza variabile

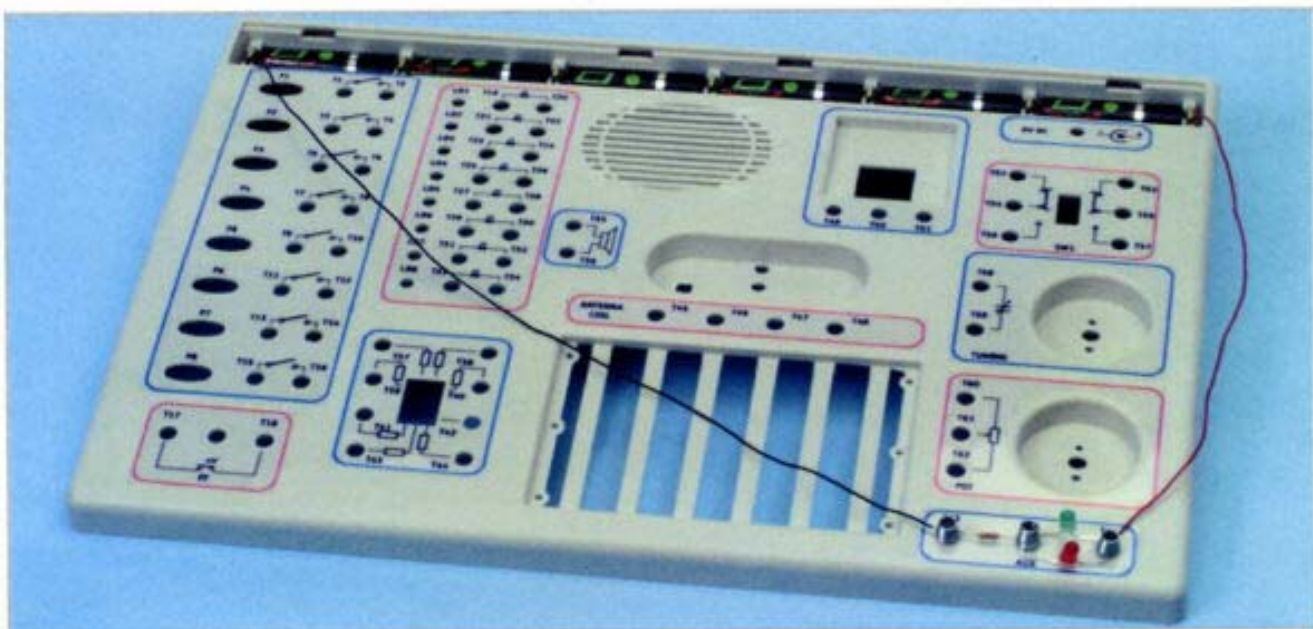
In alcuni casi si potrebbe utilizzare l'acqua come resistenza variabile, ma si avrebbero alterazioni in questa per effetto dell'elettrolisi. La resistenza varia anche con la dimensione degli elettrodi e la quantità degli stessi che vengono introdotti nell'acqua. Bisogna anche tener conto della distanza fra loro. Nel montaggio sperimentale si può usare in qualsiasi modo, ma non raccomandiamo il suo utilizzo nel montaggio definitivo. Il fenomeno dell'elettrolisi diventa più importante quanta più corrente si fa passare nell'acqua.

L'elettrodo negativo si annerisce e il positivo rimane del colore del rame.

Precauzioni

Durante la realizzazione dell'esperimento non dobbiamo perdere di vista il bicchiere, poiché si possono formare dei composti che non devono essere ingeriti e per qualche disguido un bambino potrebbe berli. Dopo la realizzazione dell'esperimento bisogna buttare l'acqua immediatamente, anche se all'apparenza è trasparente.

Verificatori di pile e polarità

Con un diodo LED e una resistenza si può verificare la polarità delle pile.

L'oggetto di questo esperimento è presentare dei semplici indicatori luminosi costruiti con diodi LED. Si spiega come calcolare la resistenza che si deve mettere in serie con i diodi LED per limitare la corrente che circola attraverso gli stessi. Questo tipo di indicatori sono a volte robusti e durevoli, molto facili da calcolare e costruire, oltre a essere di basso costo. Sono usati per apparecchi portatili, automobili e per grandi varietà di circuiti, come vedremo in seguito.

Il diodo LED necessita di una resistenza che limiti la corrente

Resistenza limitatrice

Nel circuito (A) abbiamo lo schema di base di polarizzazione di un diodo LED. Il montaggio consiste in una resistenza chiamata limitatrice, poiché la sua funzione è di limitare la corrente che attraversa il diodo LED, evitando così la sua distruzione per eccesso di corrente. La tensione nominale alla quale un diodo LED si illumina è di circa 2 V e la corrente non deve superare i 10 mA.

Dobbiamo dire, tuttavia, che questa corrente è consigliabile solo quando otteniamo l'alimentazione da una fonte collegata alla rete, se al contrario l'alimentazione proviene da una pila, è consigliabile limitare la corrente a circa 3 mA, poiché in questo modo, anche se il diodo si illumina un po' meno, allungheremo considerevolmente la durata della pila. Se il diodo LED ha una luminosità molto intensa e l'apparecchio è situato in una zona poco illuminata può bastare 1 mA.

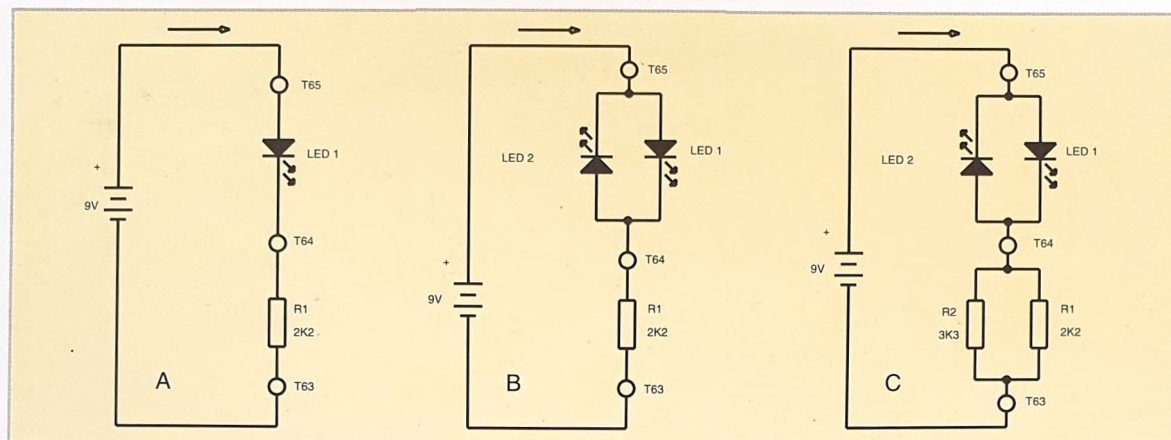
Quando si deve disegnare un circuito bisogna sapere due cose fondamentali: la tensione con la quale lavoreremo e la corrente che passerà nel circuito. In questo caso collegheremo il montaggio a 9 V e vogliamo che passi una corrente di 3 mA, per questo applicheremo direttamente la legge di Ohm

$$R = (9-2)/0{,}003 = 2{,}333\Omega$$

Se guardiamo tra i nostri componenti, abbiamo una resistenza di un valore molto approssimato, 2K2, perciò la corrente che passa è un po' più elevata: $I = (9-2)/2K2 = 3{,}18$ mA.

Esperimento A

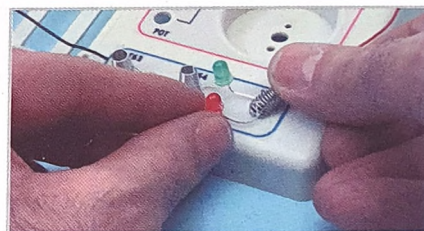
Per realizzare il montaggio utilizzeremo lo schema (A). Il circuito è molto semplice, T63, T64 e T65 sono le molle del nostro laboratorio, che inclineremo verso un lato per introdurre il terminale del componente che dobbiamo collegare. Metteremo i terminali della resistenza nelle molle T63 e T64, senza alcuna considerazione. Il diodo LED sarà collegato al terminale più lungo (anodo) nella molla T65 e il più corto (catodo) nella T64. Adesso possiamo collegare il cavo rosso a T65 e il nero a T63. Il fissaggio lo faremo, come con i componenti, inclinando la molla e in-

Verificatori di pile e polarità

troducendo il filo, soltanto dopo la molla. Se colleghiamo i cavi rosso e nero rispettivamente ai contatti positivo e negativo del gruppo di pile, vedremo che il LED verde si illumina.

COMPONENTI

CIRCUITO A:
R1 Resistenza 2K2
LED 1 Diodo LED verde

CIRCUITO B:
R1 Resistenza 2K2
LED 1 Diodo LED verde
LED 2 Diodo LED rosso

CIRCUITO C:
R1 Resistenza 2K2
R2 Resistenza 3K3
LED 1 Diodo LED verde
LED 2 Diodo LED rosso

Dettaglio dell'incorporazione del LED rosso, che si illuminerà se si collega il rivelatore di polarità invertito.

Verifica di pile e polarità

Senza togliere il montaggio (A) delle molle, aggiungiamo un nuovo diodo LED, in questo caso rosso, così come lo vediamo nel circuito (B). Collegheremo questo diodo mettendo il terminale corto (catodo) nella molla T65 e il terminale lungo (anodo) nella molla T64.

Nel circuito che abbiamo appena realizzato osserveremo che se colleghiamo il cavo rosso nel contatto positivo dell'insieme di pile e il cavo nero nel contatto negativo, si illuminerà il diodo LED verde, mentre al contrario, se colleghiamo il cavo rosso al terminale negativo e il nero al positivo, si illuminerà il diodo rosso ma non il verde. In questo modo abbiamo costruito un verificatore di polarità delle pile. Si illumina soltanto un diodo LED in ogni senso, poiché la corrente che circola è la stessa e il diodo si illumina allo stesso modo quando la polarizzazione è corretta (diodo verde) e quando non lo è (diodo rosso).

Se ora invece di toccare con il cavo rosso il contatto finale delle pile, tocchiamo i contatti intermedi, vediamo che il diodo LED ha una minore intensità luminosa quanto minore è la tensione, essendo pochissima quando colleghiamo solo due pile, cioè 3 V. Quando mettiamo i cavi fra gli estremi di una sola pila, il LED non si illumina, poiché abbiamo solo 1,5 V e ci vogliono almeno 1,8 V per far illuminare qualcosa, e si consigliano 2 V per una buona illuminazione.

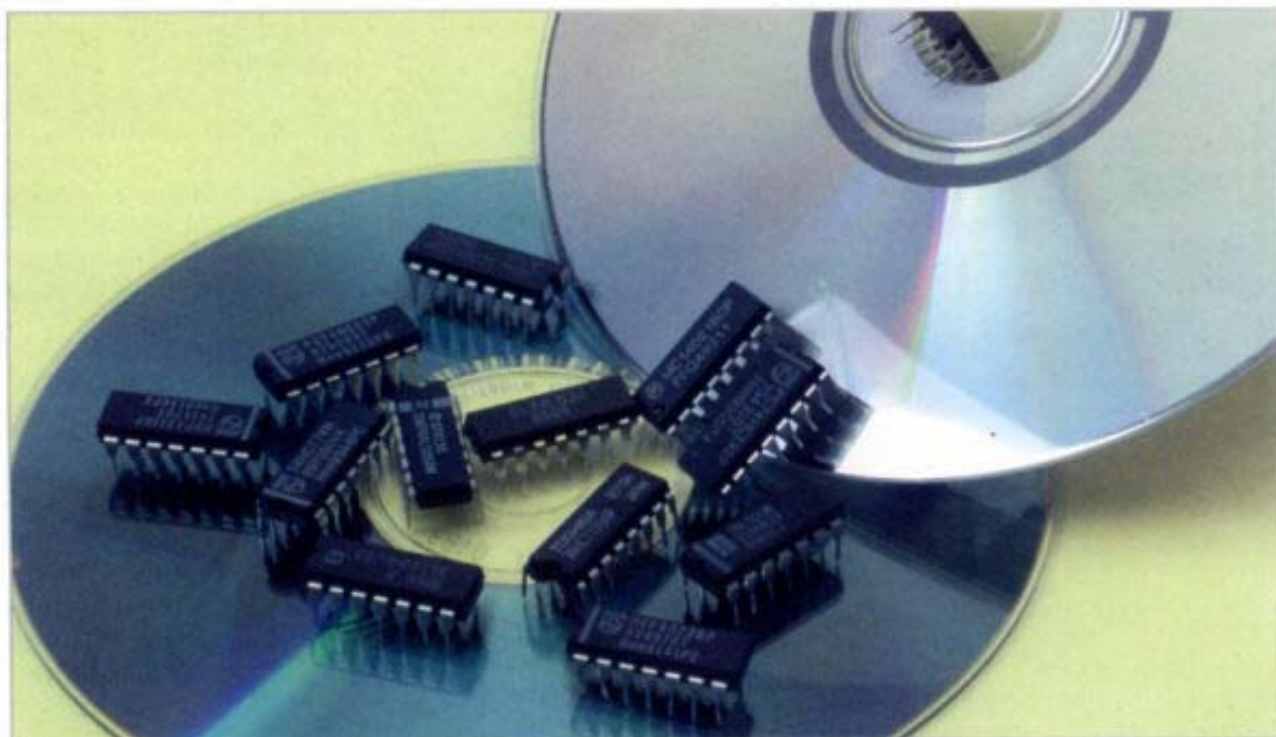
Il diodo LED si illumina meno quando la tensione accertata è minore (2 pile = 3 V).

Indicatori per automobile

Perché il nostro circuito serva per verificare una batteria di automobile vediamo cosa dobbiamo fare. In primo luogo lavoreremo con una tensione di 12V e limiteremo la corrente del circuito a 10 mA , perciò: R = (12-2)/0,01 = 1K ma poiché non otteniamo questo valore assoceremo in parallelo le resistenze di 3K3 e 2K2 per ottenere 1,32 K, che è un po' più di quello che vogliamo, ma rimane uguale, perché non succede niente se circola meno corrente. Tuttavia se si fosse ottenuto meno di 1 K non sarebbe stato consigliabile inserirla perché si potrebbe danneggiare il LED.

DIGITALE
5
DIGITALE

Funzioni digitali

I dispositivi digitali più semplici sono le porte logiche, che realizzano le funzioni essenziali.

Molti degli apparecchi che ci circondano sono digitali, soprattutto quelli informatici e di telecomunicazioni. Questi apparecchi sono molto complessi e per comprendere il loro funzionamento bisogna cominciare dai concetti basilari. Ci sono circuiti elettronici analogici e digitali, che si differenziano fondamentalmente nel tipo di segnali che utilizzano. Un segnale analogico può avere qualsiasi valore intermedio entro un determinato margine, per esempio il segnale che dà un microfono che sta captando voci, o quello di ogni tipo di rilevatori di segnali, come sensori di temperatura, umidità eccetera. Se analizziamo un segnale digitale vedremo che può avere solo due valori: "1" o "0", che corrispondono rispettivamente a un valore vicino alla tensione di alimentazione e allo zero di alimentazione; si utilizza il codice binario, che esamineremo più avanti.

Le funzioni di base sono: AND, OR NOT e XOR

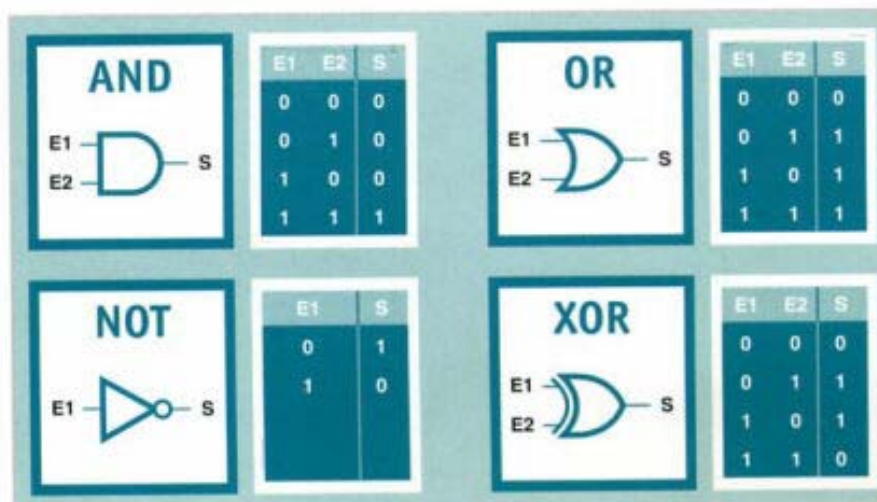
Livelli digitali

Come abbiamo appena detto, tutti i circuiti digitali lavorano solo con due livelli di tensione, uno che riguarda la tensione di alimentazione ed è conosciuto come "1" e l'altro che è lo "0" che equivale a 0 V, il che non significa che non ammetta livelli intermedi, ma che distingue solo questi due valori per poter funzionare.

Realmente si definiscono tre zone: per circuiti TTL alimentati a 5 V, quando il segnale è superiore a 2 V all'entrata di una porta logica, o superiore a 2,4 V la sua uscita, si capisce che siamo di fronte a un 1 logico. Se la tensione è inferiore a 0,8 V all'entrata di una porta, o di 0,4 V all'uscita, capiamo che è uno zero. Bisogna evitare che il segnale sia nella banda intermedia di tensioni, poiché non sapremmo con certezza se il segnale è uno 0 o un 1 logico.

Famiglie

I circuiti logici si raggruppano in famiglie, che non sono altro che tutti i tipi di porte che hanno costituzione simile. Da questi dobbiamo togliere la famiglia TTL e CMOS. La prima ammette solo una tensione di 5 V, mentre la seconda ammette da 5 a 15 V. I livelli di tensione corrispondenti a "1" o allo "0" sono differenti nella famiglia TTL (con 5 V) e nella CMOS (con 9 V), che è quella con cui lavoreremo nei nostri esperimenti. Proseguendo esamineremo le funzioni essenziali.

Funzioni digitali

Porte di base.

Porta AND

La funzione logica AND, tradotta "E", perché un'entrata e l'altra devono essere "1" perché l'uscita sia un "1". Questa porta logica è quella che realizza il prodotto logico S=E1*E2, cioè, una moltiplicazione logica fra due numeri logici che sono nelle entrate E1 e E2. Questa operazione è abbastanza diversa da quella con i numeri decimali che conosciamo, però coincide. Possiamo provare che moltiplicando i valori di E1 e E2, quando uno è "0" l'uscita è "0".

Porta OR

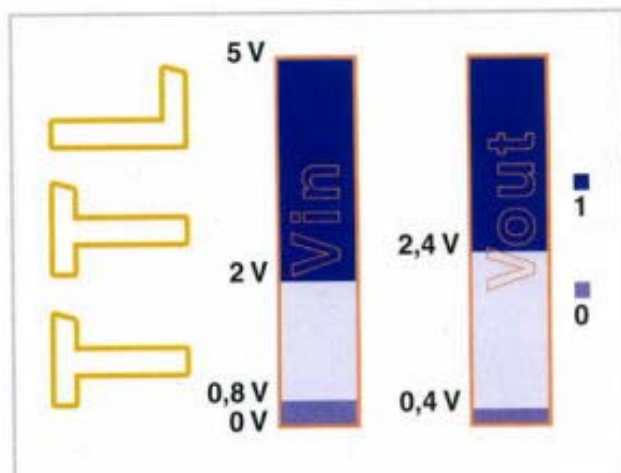
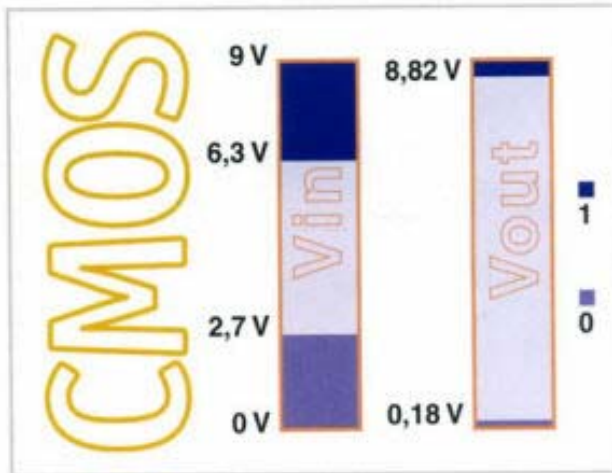
Questa funzione logica, funzione "O", perché l'uscita sarà "1" quando una o l'altra entrata sia "1" o entrambe. Questa porta è quella che realizza la somma logica di due numeri binari, S=E1+E2, e benché differente vediamo che ha una certa relazione con la nostra somma, poiché la somma di 0+0 dà zero e la somma di qualcosa a "0" ci darà qualcosa che in questo caso è "1".

Porta invertitore

Questa funzione logica, come indica il suo nome, inverte nella sua uscita il valore dell'entrata. Il suo simbolo è un triangolo con un cerchio sulla punta (vedi figura in alto), che è quello che ci indica l'inversione. La rappresentazione di questa funzione è S=/E.

Porta OR-Esclusiva (XOR)

La funzione che risponde a questo nome è quella la cui uscita è un "1" quando "soltanto" una delle sue uscite è un "1", e uno zero quando le entrate hanno gli stessi valori. Questa funzione è chiamata comparazione, poiché si utilizza in questa. La funzione che rappresenta viene indicata con S=(E1+E2)*(/E1+/E2). Per ridurre questa espressione si utilizza il segno più (+) dentro un cerchio tra le due variabili di entrata.

TTL
5 V
2 V
0,8 V
0 V
Vin
2,4 V
0,4 V
Vout
1
0

Limiti di tensione per i livelli 1 e 0 logici in porte TTL.

Limiti di tensione per i livelli 1 e 0 logici in porte CMOS.

Pile a secco e batterie

Sono dispositivi capaci di fornire l'energia elettrica immagazzinata producendo una reazione chimica all'interno.

Molti degli apparecchi elettronici o elettrici che conosciamo necessitano di una fonte di energia, ma diversa dalla rete elettrica, perché devono essere utilizzati come apparecchi autonomi o perché non è comodo l'utilizzo della rete. Gli elementi che generano questa energia sono le pile o batterie. Esistono vari modelli e tipi che variano in funzione della loro costituzione chimica interna. Attualmente si sta cercando di eliminare il consumo di alcune di queste sostanze molto inquinanti come il cadmio o il mercurio nelle pile usa e getta.

Costituzione interna

Una pila ha tre parti fondamentali: un anodo (A) o polo positivo; un catodo (K) o polo negativo e, da ultimo, la sostanza in cui entrambi i poli si trovano immersi che si chiama elettrolita. La pila classica ha una composizione molto elementare. La composizione di ognuno dei poli è: per l'anodo il rame (Cu) e per il catodo lo zinco (Zn), per l'elettrolita acido solforico più acqua. Le pile o batterie sono caratterizzate da una serie di parametri, che si studieranno in seguito.

La pila fornisce energia quando si collega a una carica

Tensione nominale

È la tensione che esiste tra i terminali. I valori più comuni sono: 1,2 - 1,5 - 3 - 4,5 - 6 e 9 Volt. Gli elementi sono di solito di 1,5 V per pile saline di uso corrente, di 1,2 V per pile al nichel-cadmio e di 2 V per pile al piombo. Il nome di batteria viene dall'uso di collegare una "batteria" di elementi in serie per ottenere una tensione determinata. Questa tecnica viene utilizzata per tensioni superiori a 1,5 V, benché a volte sono visibili soltanto i contatti degli estremi.

Tensione limite

È la minima tensione necessaria perché funzioni l'apparecchio che viene alimentato, per il quale questo valore dipende in gran misura da fattori esterni. Alcuni fabbricanti definiscono questa tensione come quella per cui la pila viene considerata scarica.

Capacità

È il parametro più importante, poiché ci indica la quantità di energia che fornisce la pila. Si calcola moltiplicando la cor-

Pile a secco e batterie

rente per il tempo di scarica, per cui si misura in milliAmpere per ora o Ampere per ora.

Tempo di immagazzinamento

È il tempo che può durare la pila senza che perda la sua carica.

Pile usa e getta

Si caratterizzano per non essere ricaricabili. Fra queste abbiamo soprattutto le pile zinco-carbone, le alcaline e quelle al litio. Le prime sono le più usate, grazie al loro basso costo. Questo tipo di pila è una varietà di quella che abbiamo citato precedentemente. Per la sua costruzione si usa come elettrodo una barra di carbone circondata da un materiale assorbente, impregnato con un elettrolita formato da biossido di magnesio, ammoniaca, ossido di zinco e acqua. Il rivestimento esterno della capsula è di zinco, restando all'esterno soltanto il polo positivo e il polo negativo collegati attraverso il carbone. Anche le pile alcaline sono altrettanto eliminabili, ma hanno una capacità di carica superiore alle precedenti, ciò fa sì che l'autonomia degli apparecchi che alimentano sia maggiore, possono sostituire le precedenti. Hanno questo nome perché l'elettrolita che utilizzano è composto da materiale alcalino.

Le pile al litio sono normalmente eliminabili, hanno maggior capacità di carica delle precedenti, inoltre si possono conservare più a lungo. Le pile al litio sono tecnologicamente più avanzate e danno maggiori prestazioni, essendo il loro rendimento, anche in condizioni avverse di temperatura, molto elevato.

Pila alcalina.

Batteria ricaricabile.

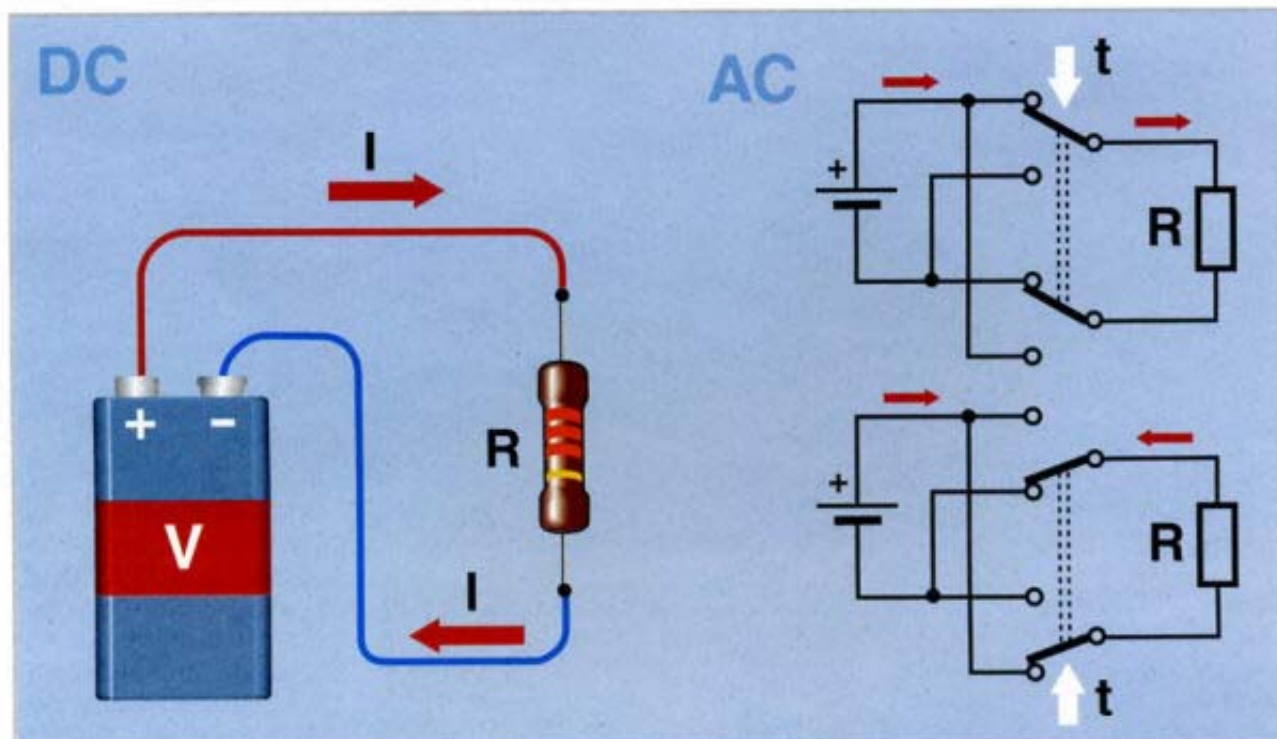
Pile ricaricabili

Queste pile hanno la caratteristica di poter essere ricaricate applicando una tensione ai loro estremi superiore a quella che hanno al momento affinché circoli corrente verso la pila o batteria. Le pile ricaricabili nichel-cadmio sono le più utilizzate per apparecchi portatili.

La ricarica

La ricarica deve essere realizzata seguendo strettamente le indicazioni del fabbricante, nel caso in cui non si disponga di informazioni, la ricarica si realizzerà a corrente costante introducendo una corrente uguale alla decima parte della corrente nominale della pila. Il metodo di ricarica più semplice consiste nel collegare la pila, intercalando una resistenza che limiti la corrente, a una tensione superiore, in modo che circoli una corrente, che sarà ogni volta minore via via che la batteria si carica. Nelle batterie nichel-cadmio si raccomanda l'uso di caricatori di corrente costante temporizzati. La ricarica si deve realizzare con la batteria totalmente scarica, non è raccomandabile rimettere in carica batterie appena scaricate.

Corrente continua e alternata

Il senso della corrente alternata si inverte dopo un certo tempo chiamato periodo.

Tutti gli apparecchi elettrici o elettronici devono essere alimentati con energia elettrica. L'elettricità è un'energia che troviamo disponibile in diverse forme, la più comune è la rete elettrica che abbiamo nelle case, che è alternata e ha una frequenza di 50 Hz in Europa e 60 Hz in alcuni paesi del continente americano. Ci sono anche altre fonti di energia elettrica molto usate che sono le pile o batterie, che forniscono corrente continua. I circuiti interni degli apparecchi elettronici funzionano, in genere, con corrente continua, benché abbiano circuiti di alimentazione che permettono l'utilizzo di energia elettrica alternata, convertendola dapprima in continua.

La frequenza indica l'alternanza della corrente

Segnali alternati

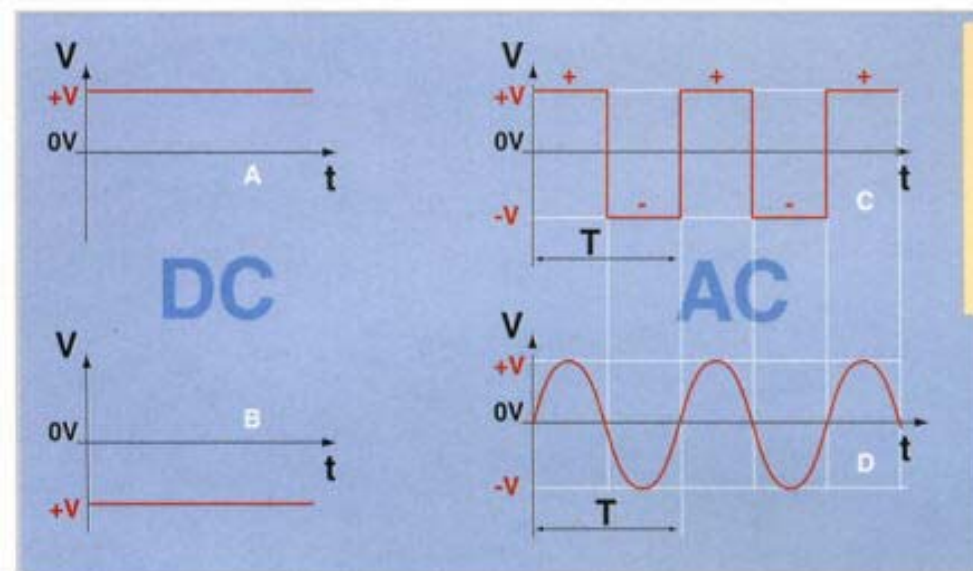
Ciò che abbiamo visto fino ad ora è un esempio molto conosciuto di corrente alternata, che è la rete di energia elettrica. In elettronica si utilizzano grandi quantità e varietà di segnali alterni. La principale caratteristica di questi segnali è che il senso di circolazione della corrente si inverte dopo un certo tempo chiamato periodo, che si rappresenta con la lettera T.

Frequenza

Come indica il suo nome, la frequenza con cui si ripete questo cambio di senso della corrente si chiama "frequenza". La frequenza di un segnale è il numero di volte che questo inverte il suo senso di circolazione in un'unità di tempo, che è il secondo. Matematicamente la frequenza è l'inverso del periodo. La frequenza si rappresenta con la lettera f.

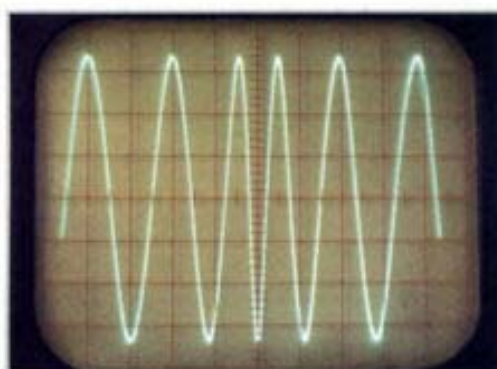
Forme di onda

Se rappresentiamo in un diagramma tensione/tempo la tensione di un segnale alternato periodico, può avere differenti forme. I più elementari sono i segnali quadrati e sinusoidali, questo nome deriva dalla loro forma geometrica. Il segnale quadrato si può ottenere con un commutatore doppio ideale che cambia il senso della corrente, invertendo il senso di collegamento della pila. Nel segnale sinusoidale la tensione passa più dolcemente dal positivo al negativo. I segnali sinusoidali sono molto utilizzati in elettronica, visto che è l'unica forma di segnale ideale che teoricamente non dà distorsione.

Corrente continua e alternata

FORME DI ONDE

A onda continua positiva
B onda continua negativa
C onda quadrata
D onda sinusoidale

Valori efficaci

Il calcolo della corrente, che passa per una resistenza collegata a una batteria fra i cui terminali si misura una tensione continua, è molto semplice applicando la legge di Ohm. Però ora abbiamo la tensione che varia continuamente e costantemente, essendo in alcuni momenti anche zero. Se applichiamo la legge di Ohm in un istante e calcoliamo la corrente, all'istante successivo sarà variata e dovremo tornare a calcolarla e così di seguito. In definitiva anche la corrente varia con lo stesso ritmo con cui varia la tensione e non si può calcolarla istante per istante. Ma per semplificare i calcoli si definisce il valore efficace, che permette di utilizzare l'espressione matematica della legge di Ohm.

Schermo di oscilloscopio con onda sinusoidale.

La rete

La tensione alternata che arriva alla spina della nostra casa è di 50 Hz, questo vuole dire che cambia polarità 50 volte al secondo: la forma dell'onda è sinusoidale. Per calcolare il periodo dividiamo 1 per 50 e otteniamo 0,02 secondi, cioè 20 millisecondi. Vediamo altri esempi di utilizzo.

Alternata o continua

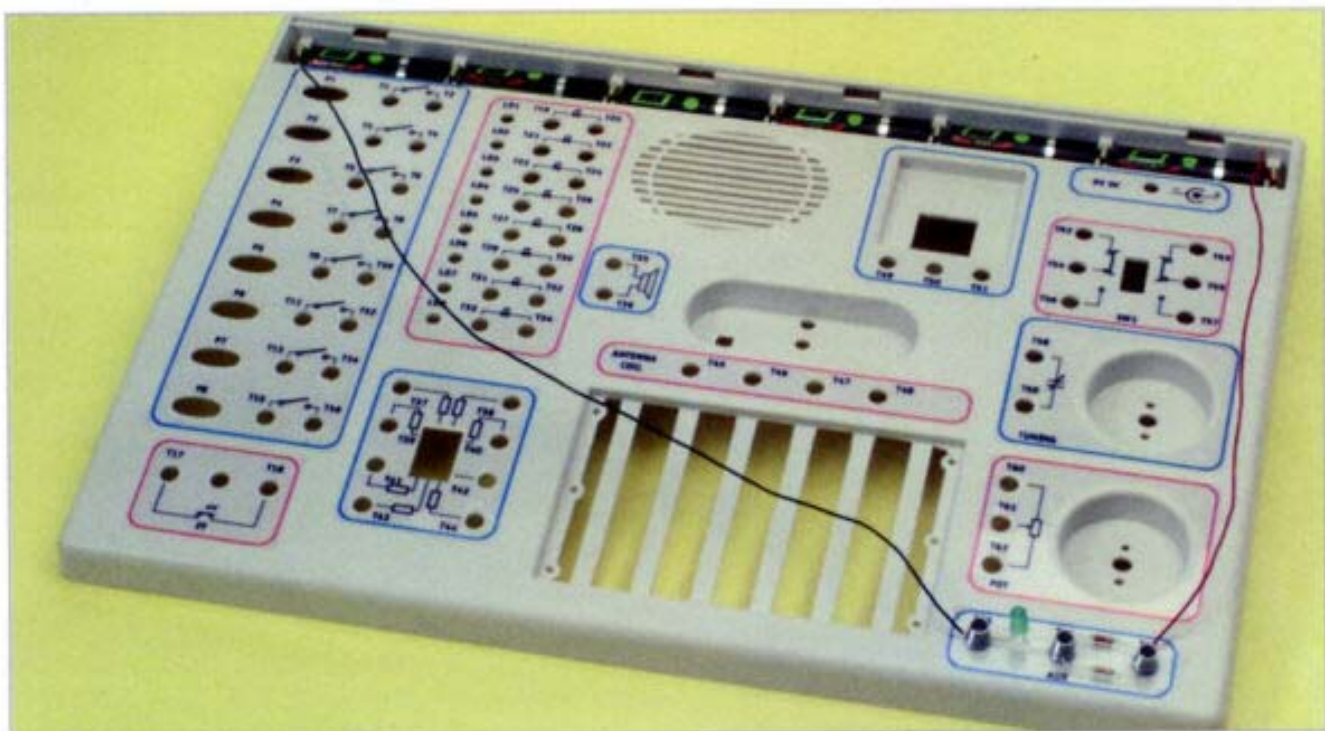
Per indicare la corrente alternata si usano le lettere AC e per la corrente continua DC. Nelle piastre di identificazione degli apparecchi si indicano le entrate di alimentazione, o le tensioni di entrata e uscita; quando si tratta di alimentazione alternata si deve indicare la frequenza di utilizzo, alcuni apparecchi possono avere una vasta gamma di frequenze di entrata. Come curiosità ricorderemo che nelle astronavi si utilizza la frequenza di 400 Hz.

Piastra di identificazione che indica AC per l'entrata e DC per l'uscita.

Alte frequenze

In molti apparecchi elettronici, come la radio, la telefonia mobile, la televisione eccetera, si usano frequenze molto elevate. Quando la frequenza è molto elevata si usano multipli del Hertz, (anticamente si usava il ciclo per secondo), che è lo stesso. 1.000 Hz è 1 kHz, letto 1 kilohertz. 1 milione di Hertz è 1 megaHertz, scritto 1 MHz. Per esempio la telefonia mobile digitale più comune funziona a 800 MHz.

Combinazione di resistenze

Le resistenze si possono associare per distribuire adeguatamente la tensione, la corrente o la potenza.

Le resistenze sono uno dei componenti più utilizzati in elettronica e in pratica molte volte si collegano due o più resistenze in serie, in parallelo o in una combinazione mista di entrambe. Per molto complessa che sia la combinazione di resistenze, potrà sempre ridursi a combinazioni in serie o in parallelo. In casa nostra possiamo trovare esempi di collegamenti in serie e in parallelo.

Tutti i gruppi di resistenze derivano dal collegamento in serie e in parallelo

Collegamento in serie

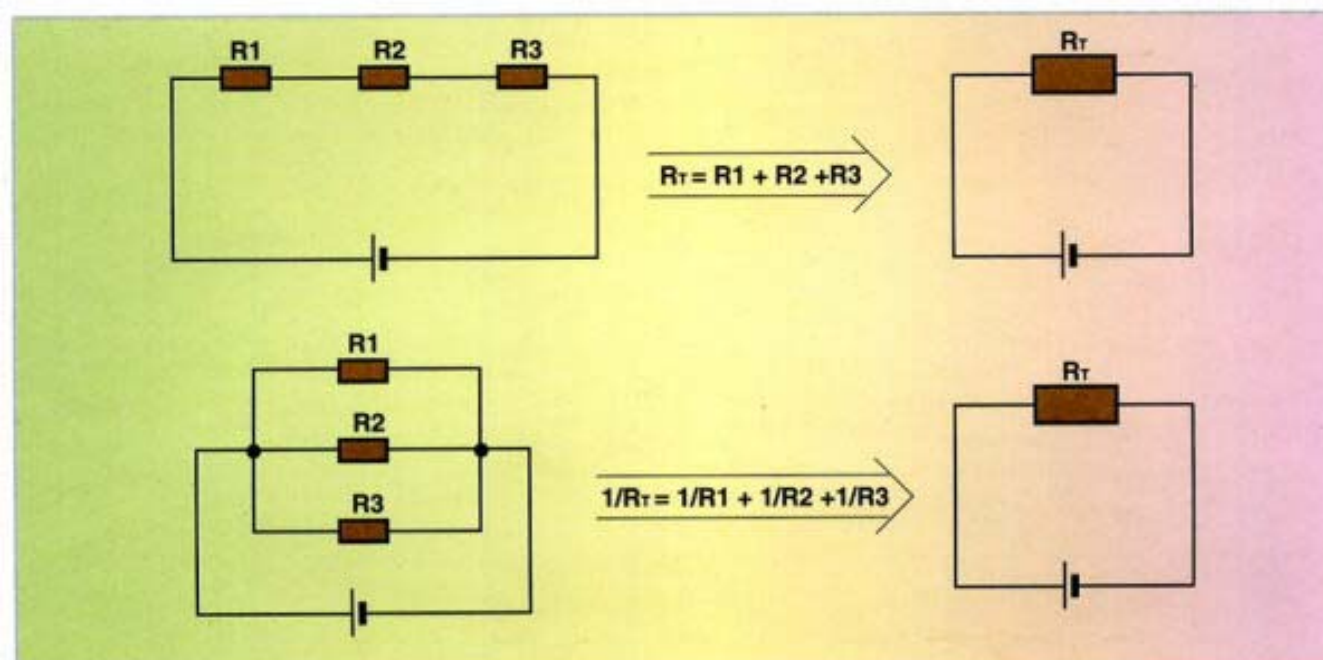
Un modo per ottenere una resistenza di un determinato valore è il collegamento in serie di resistenze. Questo collegamento avviene perché le resistenze si collegano fra loro attraverso gli estremi. Il calcolo della resistenza totale fra l'estremo della prima e quello dell'ultima è così semplice: basta sommare i valori di tutte le resistenze. Se colleghiamo le resistenze a una pila, la corrente che circola per ognuna di esse è la stessa, tuttavia la tensione è diversa a seconda del valore della resistenza.

Esperimento 1

Vediamo questo esempio in pratica. Colleghiamo il terminale positivo (cavo rosso) alla molla terminale T65 e il negativo (cavo nero) alla T63. Adesso colleghiamo il terminale corto del diodo LED verde al T63 e il terminale lungo al T64. Non dobbiamo mai collegare il diodo LED direttamente ai terminali di alimentazione, perché lo distruggeremmo. Ora collegheremo la resistenza di 3K3 (arancio, arancio, rosso) fra T65 che ha il positivo e la molla T64. Vediamo che il diodo LED si illumina notevolmente. In seguito libereremo il cavo di T65 e uniremo uno dei terminali di una resistenza di 2K2 a T65 e il terminale della resistenza che resta libera al cavo rosso. Vediamo che essendo la resistenza totale maggiore (somma di entrambe), il LED si illumina di meno. Possiamo fare prove cambiando la resistenza R2 con una di 10 K, vediamo che il LED quasi non si illumina.

Collegamento in parallelo

Altro modo di collegare le resistenze è in parallelo. Questo metodo consiste nel fatto che tutte le resistenze collegate hanno la stessa tensione fra gli estremi, cioè, hanno i terminali di un estremo uniti fra loro, operazione che si ripete con il terminale dell'altro estremo. Con questo montaggio si riesce a distribuire la corrente fra tutte le resistenze. Ciononostante tutte le resi-

Combinazione di resistenze

Gruppo di resistenze in serie e in parallelo, con le formule per calcolare la resistenza totale equivalente.

stenze hanno la stessa tensione applicata fra i loro estremi. Il calcolo della resistenza equivalente a tutte quelle che sono in parallelo si realizza nel seguente modo. L'inverso della resistenza risultante è uguale alla somma degli inversi delle resistenze che compongono il parallelo.

Esperimento 2

Realizzeremo un piccolo esperimento di collegamento in parallelo. Ripetiamo il montaggio precedente, cioè, colleghiamo il cavo rosso alla molla terminale T65 e il cavo nero alla T63. Il diodo LED e la resistenza di 3K3 uguale al precedente. Ora colleghiamo in parallelo con la resistenza, cioè fra le stesse molle T64 e T65, una resistenza di 2K2, la sorpresa è che adesso invece di illuminarsi meno, il diodo LED si illumina di più. La

Collegamento misto di resistenze.

Collegamento in serie di resistenze.

spiegazione è che ora la resistenza totale è di 1.32 K (valore che si ottiene sostituendo direttamente i valori). Possiamo provare con diversi valori per poter capire questa connessione.

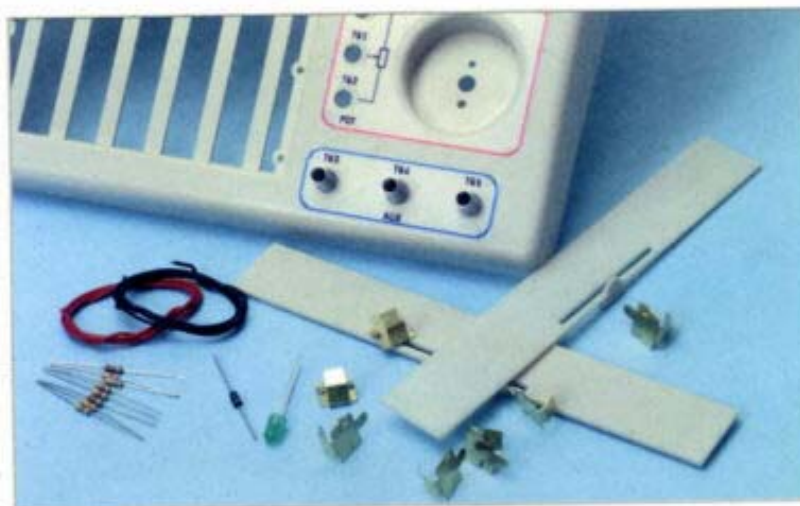
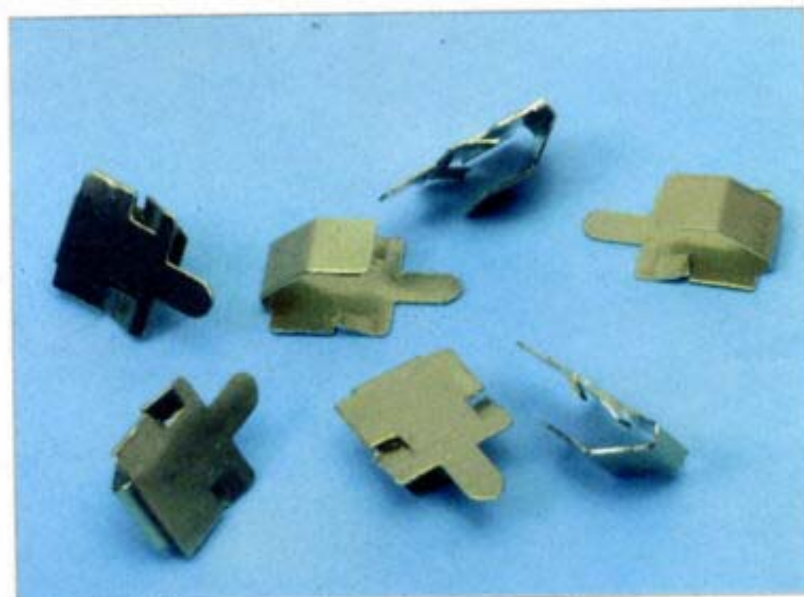
Collegamento misto

Due sono le idee di base che abbiamo imparato. Da un lato, nel collegamento in serie la corrente che circola attraverso le resistenze è la stessa, mentre se le resistenze hanno un valore diverso, la tensione è diversa. Al contrario, le resistenze collegate in parallelo hanno la stessa tensione fra gli estremi e la corrente che circola per ogni resistenza è diversa se sono di valori diversi. Con questi elementi possiamo ottenere facilmente la resistenza totale di qualsiasi circuito, qualunque sia la sua configurazione; basterà calcolare i circuiti in serie o in parallelo più facili fino a ottenere la resistenza totale.

Portapile

I contatti delle pile e i coperchi del loro scomparto

MATERIALI

1. **Coperchi del vano pile (2)**
2. **Contatti pila (7)**
3. **Cavo di collegamento rosso**
4. **Cavo di collegamento nero**

1 Il collegamento delle pile si ottiene con 7 terminali di disegno speciale. Il vano della cassetta è previsto per sei pile di tipo R6, o AA, che si possono chiudere con i due coperchi.

2 I terminali hanno un disegno speciale perché si incastrino nelle guide previste nel portapile.

Trucchi

I terminali hanno forma di piattine metalliche e non devono essere forzati; si disporranno tutti con lo stesso orientamento. La prima volta che si installano le pile, tutte con lo stesso orientamento, è possibile che entrino con difficoltà, tuttavia non si devono deformare le piattine con pinze, è sufficiente fare un po' di forza inserendo le pile stesse.

Portapile

3 I cavi si utilizzano per fare gli esperimenti, ma non si installano definitivamente fino al posizionamento della piastra principale dei prototipi.

4 I contatti si inseriscono a pressione, facendoli scivolare sopra le loro guide, in modo che la parte che fuoriesce sia alla destra della guida.

5 Il contatto del polo positivo della pila più a destra deve essere piegato leggermente per entrare nel suo vano.

6 Le pile si mettono una alla volta, lasciando il polo positivo verso la destra del pannello frontale.

7 Se si dovesse mettere una pila al rovescio, il polo negativo sarebbe contro la plastica e non toccherebbe mai il terminale di collegamento.

8 Una volta inserite le pile, si mettono i coperchi.

9 Procediamo completando l'apparecchio; l'aspetto migliora notevolmente con i due coperchi del vano delle pile.